

PENGEMBANGAN METODE BANGKITAN DAN TARIKAN PERJALANAN BERDASARKAN CITRA QUICKBIRD

Qadriathi Dg Bau

Program Doktor Penginderaan Jauh
Fakultas Geografi,
Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta, Indonesia
qadriathidgbau@yahoo.co.id

Danang Parikesit

Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan,
Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta
dparikesit@ugm.ac.id

Hartono

Fakultas Geografi
Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta, Indonesia
hartonogeografi@geo.ugm.ac.id

Totok Gunawan

Fakultas Geografi
Universitas Gadjah Mada
Yogyakarta, Indonesia
totokgunawan@yahoo.com

Abstract

As a basic model, trip generation model aims to obtain the number of movement generated by each origin and the one attracted to each destination zone. Based on the movement, trip generation model is categorized into home-based trip generation and non home-originated/destinated trip attraction. Given that the different types of activities attract trips with different characteristics, it can be concluded that land use management determines the movement and activities. Remote sensing imagery has been extensively used in various research themes including land use management or land use and detailed land utility. As one of the remote sensing imageries, Quickbird imagery is advantageous with its high spatial resolution which is 0.61 cm. Therefore, it is interesting to apply the 0.61 cm spatial resolution to the trip generation model to estimate the number of trips at the trip generation. This aims is to minimize field activities which are high cost, extensive workers, and relatively time consuming.

Keywords: trip generation model, trip attraction, quickbird imagery

Abstrak

Sebagai model dasar, model bangkitan perjalanan bertujuan bertujuan untuk mendapatkan jumlah perjalanan yang dihasilkan oleh masing-masing zona asal dan yang tertarik oleh suatu zona tujuan. Berdasarkan perjalanan tersebut, model bangkitan perjalanan dikategorikan dalam bangkitan perjalanan berbasis rumah dan bangkitan perjalanan yang tidak berbasis rumah. Karena berbagai aktivitas akan menarik perjalanan dengan karakteristik yang berbeda-beda, dapat disimpulkan bahwa manajemen penggunaan tata guna lahan berpengaruh terhadap aktivitas dan pergerakan. Citra penginderaan jauh telah banyak digunakan dalam berbagai tema penelitian termasuk manajemen tata guna lahan, atau pemanfaatan lahan dan utilitas lahan yang bersifat detail. Sebagai salah satu citra penginderaan jauh, citra Quickbird mempunyai keunggulan karena resolusi spasial tinggi, yaitu 0,61 cm. Oleh karena itu, akan sangat menarik untuk menerapkan resolusi spasial 0,61 cm tersebut pada model bangkitan perjalanan untuk memperkirakan jumlah perjalanan yang dibangkitkan. Hal ini bertujuan untuk meminimalkan kegiatan lapangan yang membutuhkan biaya tinggi, membutuhkan tenaga yang banyak, serta relatif membutuhkan waktu yang panjang.

Kata-kata kunci: model bangkitan perjalanan, tarikan, citra quickbird

PENDAHULUAN

Secara umum perencanaan transportasi perkotaan sering menggunakan model perencanaan transportasi empat tahap yang merupakan gabungan dari beberapa submodel yang harus dilakukan secara terpisah dan berurutan. Submodel tersebut adalah: (1) model

bangkitan perjalanan, (2) model sebaran pergerakan, (3) model pemilihan moda, dan (4) model pemilihan rute. Model bangkitan perjalanan merupakan model dasar yang bertujuan untuk mendapatkan jumlah pergerakan yang dibangkitkan oleh setiap zona asal dan jumlah pergerakan yang tertarik ke setiap zona tujuan. Berdasarkan pergerakannya, model bangkitan perjalanan dibagi menjadi bangkitan pergerakan dengan basis rumah dan tarikan perjalanan yang mempunyai asal atau tujuan bukan rumah. Perumahan umumnya berkedudukan sebagai penghasil perjalanan sedangkan aktivitas lainnya seperti aktivitas bisnis, industri, pelayanan kesehatan, penyelenggaraan pendidikan, hiburan, rekreasi, dan lain-lain merupakan penarik perjalanan. Perbedaan jenis kegiatan akan menarik perjalanan dengan karakteristik yang berbeda sehingga dapat ditarik kesimpulan jika tata guna lahan merupakan faktor penting yang mempengaruhi pergerakan dan kegiatan.

Penggunaan citra penginderaan jauh, seperti foto udara, untuk berbagai penelitian telah lama dikembangkan termasuk untuk tata guna lahan atau penggunaan lahan dan lebih detail untuk pemanfaatan lahan. Menurut Sutanto (1994), beberapa alasan yang mendasari penggunaan citra penginderaan jauh di berbagai sector adalah: (a) citra penginderaan jauh dapat menggambarkan obyek, daerah, dan gejala di permukaan bumi dengan wujud dan letak obyek yang mirip wujud dan letaknya di permukaan bumi, relatif lengkap, dapat meliputi daerah luas dan bersifat permanen, (b) dari jenis citra tertentu atau foto udara dapat ditimbulkan gambaran tiga dimensional apabila pengamatannya dilakukan dengan alat stereoskop, (c) karakteristik obyek yang tak tampak dapat diwujudkan dalam bentuk citra sehingga dimungkinkan pengenalan obyeknya, (d) citra dapat dibuat secara cepat meskipun untuk daerah yang sulit dijelajahi secara terestrial, (e) merupakan satu-satunya cara untuk pemetaan daerah bencana, dan (f) citra sering dibuat dengan periode ulang yang pendek.

Pada saat ini berbagai jenis citra penginderaan jauh memiliki kemampuan berbeda berdasarkan resolusi yang dimiliki. Resolusi adalah kemampuan suatu sistem optik-elektronik untuk membedakan informasi yang secara spasial berdekatan dan secara spektral mempunyai kemiripan. Terdapat empat konsep resolusi yang sangat penting dalam bidang penginderaan jauh, yaitu resolusi spasial, resolusi spektral, resolusi radiometrik dan resolusi temporal (Danoedoro, 1996, F. Sri, 2001, Xiong, 2004, Lillesand et al., 2004, Gopalan, 2006). Seiring peningkatan resolusi, khususnya resolusi spasial pada citra satelit sumberdaya alam, foto udara dan citra satelit sumberdaya telah diaplikasikan dalam bidang transportasi. Menurut Ekern (2001) terdapat beberapa alasan yang mendasari penggunaan data penginderaan jauh dalam transportasi, yaitu: (1) pengumpulan data informasi penginderaan jauh tidak mengganggu, (2) kemampuan untuk menjangkau tempat yang tidak mungkin atau membutuhkan dana yang besar untuk menjangkaunya, dan (3) biaya dalam hal ketelitian memperbaiki (spasial dan spektral) juga bisa dikurangi jika dibandingkan dengan metode tradisional dalam hal pengumpulan data.

Oleh karena itu, penelitian yang mengembangkan data penginderaan jauh untuk permodelan transportasi akan memberikan sumbangan yang berarti untuk pengumpulan

data dan informasi, khususnya bagi masukan permodelan bangkitan dan tarikan agar lebih efisien, lebih hemat dan lebih akurat.

Citra Quickbird ialah citra digital hasil penginderaan sensor satelit Quickbird yang dikelola oleh Digital Globe. Satelit Quickbird diluncurkan pada Tanggal 18 Oktober 2001 di Pangkalan Angkatan Udara Vandenberg, California, sebagai bukti perkembangan teknologi satelit yang mempunyai resolusi spasial tinggi. Satelit ini mengorbit secara *sun-synchronous* pada ketinggian 450 km dari permukaan bumi dengan sudut inklinasi sebesar $97,2^{\circ}$. Satu periode orbit sekitar 93,5 menit untuk sekali lintasan dengan kecepatan 7,1 km/detik. Pada orbit ini satelit Quickbird akan merekam daerah yang dilewatinya secara tetap, yaitu sekitar pukul 10.30 pagi melintasi equator (Digital Globe Inc, 2006). Satelit Quickbird mempunyai kemampuan 11 bit per piksel (2048 *gray scale*), yang berarti memberikan kualitas citra yang lebih baik karena gradasi keabuan mengalami peningkatan 8 kali dibandingkan tipe 8 bit (256 *gray scale*) yang dimiliki sebagian besar citra satelit yang ada saat ini.

Pada citra Quickbird terdapat lima pilihan produk, yaitu hitam-putih (pankromatik), multispektral, bundel (hitam-putih dan multispektral), berwarna, dan *pan-sharpened* (fusi). Citra hitam-putih memungkinkan untuk dianalisis visual dengan sangat baik karena ketajamannya yang tinggi. Produk multispektral meliputi panjang gelombang tampak dan infra merah dekat sehingga sangat ideal untuk analisis multispektral. Citra warna dari Quickbird mengkombinasikan informasi visual dari tiga saluran (band) multispektral dengan informasi spasial dari saluran pankromatik. Sedangkan citra fusi mengkombinasikan informasi visual dari semua saluran (4 band) multispektral dengan informasi spasial dari saluran pankromatik.

Berdasarkan tingkatan produk, citra Quickbird terbagi menjadi tiga, yaitu: *basic*, *standard*, dan *orthorectified*. Citra dengan tingkatan *basic* telah terkoreksi radiometris dari pengaruh gerakan sensor tetapi tidak terkoreksi geometris ataupun terpetakan dalam elipsoid dan proyeksi kartografis. Resolusi citra bervariasi pada sudut diluar nadir (*off-nadir angle*) yang berbeda. Resolusi untuk citra *basic* hitam putih sebesar 61 cm hingga 72 cm pada sudut 25° off-nadir. Resolusi pada sudut nadir maksimum (45°) mencapai 1,14 m. Resolusi citra multispektralnya berkisar pada 2,44 m (nadir) hingga 2,88 m (25° off-nadir) dan mencapai 4,56 m pada 45° off-nadir. Citra pada tingkatan *basic* tidak tersedia dalam format yang telah difusikan.

Citra dengan tingkatan *standard* telah terkoreksi radiometris, terkoreksi terhadap gerakan sensor, terkoreksi geometris, dan terpetakan dalam proyeksi kartografis. Citra pada tingkatan ini tersedia dalam format hitam putih, berwarna, dan *pan-sharpened* dengan resolusi 60 cm hingga 70 cm atau multispektral dengan resolusi 2,4 meter atau 2,8 meter. Selain itu citra *standard* memiliki Digital Elevation Model (DEM) yang secara luas teraplikasi padanya. DEM tersebut digunakan untuk menormalkan pengaruh relief topografi dengan memperhatikan elipsoid referensi. Namun karena tingkat kenormalan sebagai hasil dari proses tersebut relatif kecil, citra tersebut belum bisa dianggap terortorektifikasi. Pada tingkatan ini citra Quickbird memiliki akurasi geolokasi absolut rata-rata sebesar 23 m pada tingkat kepercayaan 90% (CE 90%), tidak termasuk pergeseran topografis dan penglihatan di luar nadir (*off-nadir viewing*). Lokasi pada permukaan bumi

diturunkan dari pengolahan sifat satelit serta informasi efemeris tanpa menggunakan titik kontrol bumi atau *ground control point* (GCP).

Citra Quickbird *orthorectified* merupakan tingkatan citra yang telah dikoreksi radiometris, sensor dan geometris, serta telah diproses ortorektifikasi dan terpetakan pada datum dan proyeksi kartografis. Citra pada tingkatan ini tersedia dalam format hitam putih, berwarna, dan fusi dengan resolusi 60 cm hingga 70 cm atau multispektral dengan resolusi 2,4 meter atau 2,8 meter. Citra *orthorectified* memerlukan DEM atau titik kontrol bumi untuk menghilangkan pengaruh pergeseran relief dan untuk menempatkan piksel pada lokasi peta yang benar. Citra *orthorectified* merupakan citra yang sudah siap digunakan dalam keperluan pembentukan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan banyak digunakan sebagai peta citra dasar untuk berbagai macam keperluan.

Kelebihan citra Quickbird dibandingkan dengan citra satelit lainnya terletak pada beberapa pilihan produk yang disesuaikan dengan kebutuhan pemakai dan resolusi spasialnya yaitu kemampuan mendeteksi obyek dengan ukuran terkecil 0,61 cm. Obyek seperti kendaraan di jalan akan nampak terdeteksi jelas bentuk dan ukurannya dibandingkan dengan citra yang memiliki resolusi spasial 1 m. Contoh lain penggunaan lahan bisa dibedakan sampai kepada fungsi bangunan seperti permukiman pola teratur dengan kepadatan rendah, pertokoan, mall, mesjid, pasar dan sebagainya.

Citra Quickbird telah dimanfaatkan untuk berbagai tema penelitian khususnya kajian yang memanfaatkan ruang seperti perencanaan kota, penentuan nilai jual obyek pajak, mendeteksi perubahan penggunaan dan penutupan lahan, perencanaan jalan baru dan lain-lain. Berdasarkan hal tersebut, maka menjadi sangat menarik untuk mengaplikasikan citra Quickbird pada bidang transportasi khususnya model bangkitan perjalanan guna mengestimasi jumlah perjalanan pada tahap bangkitan dan tarikan perjalanan di setiap zona sehingga diharapkan mampu meminimalkan kegiatan lapangan.

PERMODELAN BANGKITAN DAN TARIKAN PERJALANAN

Permodelan bangkitan dan tarikan pada penelitian ini mengoptimalkan kelebihan citra Quickbird sebagai sumber data primer. Metode yang ditawarkan untuk model bangkitan dan tarikan perjalanan berdasarkan citra Quickbird, sebagai berikut:

1. Melakukan koreksi geometrik citra Quickbird untuk menghilangkan pengaruh pergeseran relief dan untuk menempatkan piksel pada lokasi peta yang benar. Proses koreksi geometrik salah satunya menggunakan teknik *image to image* untuk memperoleh nilai RMSE sesuai yang dipersyaratkan.
2. Setelah citra Quickbird terkoreksi dengan benar maka dilanjutkan dengan proses interpretasi. Interpretasi dibagi dua, yaitu interpretasi visual dan interpretasi digital. Khusus untuk citra Quickbird untuk memperoleh peta pemanfaatan lahan, peta kepadatan bangunan, dan peta keteraturan bangunan lebih disarankan dengan teknik interpretasi visual. Pada basis data, peta biasanya juga disebut data grafis dan keterangan yang melengkapi peta, seperti luas bangunan, disebut data atribut atau tabuler.

3. Kerja lapangan merupakan tahap berikutnya yang bertujuan untuk mencocokkan hasil interpretasi citra Quickbird dengan kondisi lapangan sehingga hasil interpretasi dianggap 100% benar. Teknik uji akurasi yang digunakan adalah uji akurasi keseluruhan dan koefisien Kappa.
4. Interpretasi ulang dilakukan terhadap peta pemanfaatan lahan, peta kepadatan bangunan, dan peta keteraturan bangunan. Selanjutnya peta pemanfaatan lahan, peta kepadatan, dan peta keteraturan bangunan dikelompokkan menjadi dua, yaitu peta zona bangkitan dan peta zona tarikan. Peta zona bangkitan terdiri dari permukiman, kepadatan bangunan, dan keteraturan bangunan, sedangkan peta zona tarikan terdiri dari pemanfaatan lahan selain permukiman, seperti pertokoan, sekolah, perguruan tinggi, hotel, rumah sakit, dan mall.
5. Setelah diperoleh peta zona bangkitan dan tarikan perjalanan selanjutnya dilakukan pengambilan sampel di lapangan, untuk pengumpulan data besar dan arah perjalanan, dengan teknik wawancara asal tujuan di setiap zona bangkitan dan zona tarikan perjalanan.
6. Selanjutnya pembangunan model bangkitan dan tarikan perjalanan dengan metode analisis regresi, dengan luas bangunan setiap zona berdasarkan citra Quickbird sebagai variabel terikat dan jumlah perjalanan hasil wawancara sebagai variabel bebas.
7. Langkah terakhir pembentukan model bangkitan dan model tarikan perjalanan berdasarkan citra Quickbird.

PEMBAHASAN

Penelitian ini mengambil lokasi enam kecamatan di Kota Makassar sebagai studi empiris dengan pertimbangan Kota Makassar merupakan kota metropolitan berdasarkan jumlah penduduknya dan kota terbesar keempat di Indonesia dan terbesar di Indonesia Timur. Pertimbangan lainnya adalah ketersediaan citra Quickbird tahun 2009. Hasil yang diperoleh, berdasarkan metode yang digunakan dari citra Quickbird dengan bantuan sistem informasi geografis, diuraikan secara bertahap dilengkapi dengan uji akurasi di setiap tahapan.

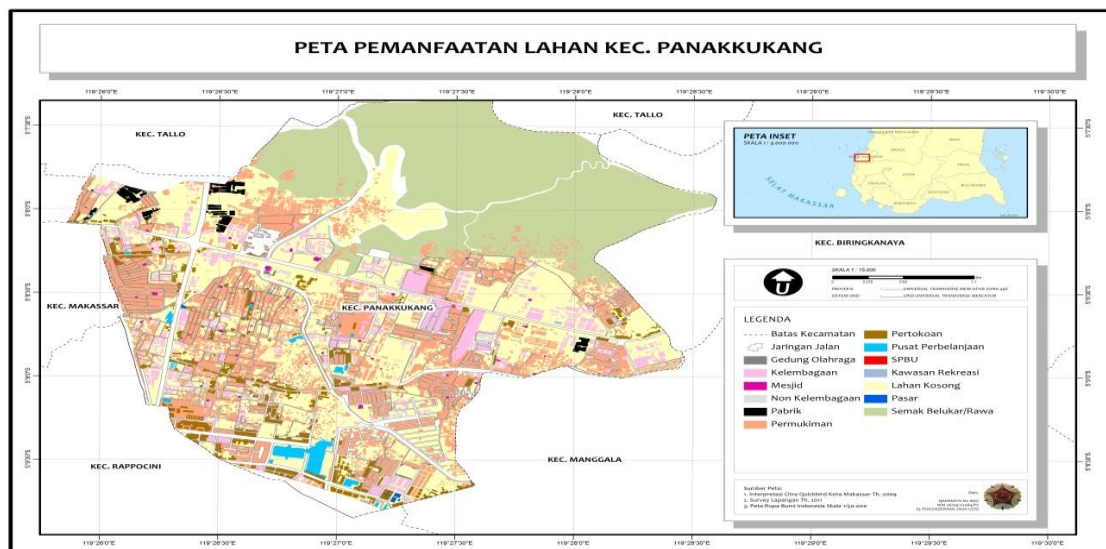


Gambar 1 Penyebaran Titik Kontrol Medan

Tahap koreksi geometrik menggunakan 15 titik ikat yang menyebar di daerah penelitian. Berdasarkan hasil perhitungan, julat kesalahan koreksi geometrik citra Quickbird tahun 2009 RMSE totalnya sebesar 0,12861. Tingkat kesalahan tersebut dapat diterima karena peta tematik bangkitan dan tarikan perjalanan yang dihasilkan penelitian ini mempunyai skala 1:50.000. Tingkat kesalahan yang dihasilkan relatif kecil karena daerah penelitian masuk pada kategori topografi datar di daerah perkotaan. Penyebaran titik ikat dapat dilihat pada Gambar 1 dan hasil koreksi geometrik pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Koreksi Geometrik

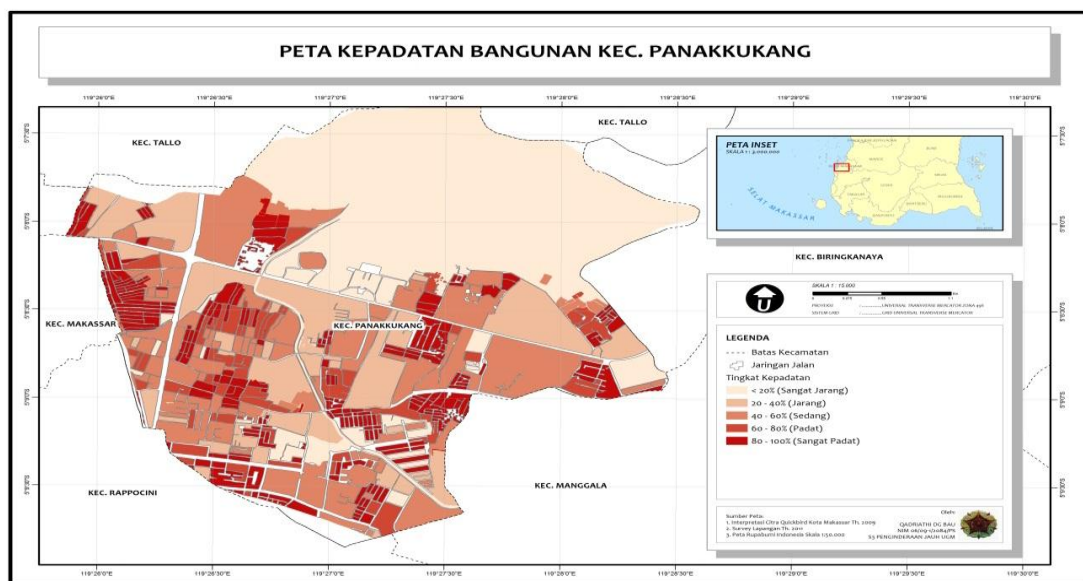
No	X Lapangan	Y Lapangan	X Peta	Y Peta	Selisih
1	766758,697348	9432858,637111	766768,117520	9432865,743556	0,00000
2	766907,842863	9432823,805170	766917,263034	9432831,682857	0,00001
3	766286,832215	9432150,993200	766296,296396	9432157,918328	0,00001
4	767433,039151	9434013,269977	767443,006601	9434019,931539	0,00000
5	766890,473296	9429231,556512	773672,884465	9429238,574413	0,00001
6	773715,756415	9429912,172375	766901,244611	9429919,893986	0,00000
7	773623,278009	9430753,272143	773722,603827	9430759,423883	0,00000
8	773689,485305	9434280,225024	773633,287830	9434286,337152	0,00000
9	770686,473998	9434074,141057	773699,091899	9434080,136933	0,00000
10	770371,589148	9433858,592800	770695,380607	8433861,053634	0,00001
11	766585,468335	9433790,502425	770740,041317	9433796,785783	0,00001
12	767520,461267	9428830,166139	766596,422221	9428837,834108	0,00001
13	767520,461267	9428995,514202	767530,584821	9429002,857271	0,00001
14	770377,008958	9428810,758698	770387,459612	9428817,526152	0,00000
15	768429,518579	9430670,661957	768438,186097	9430678,654670	0,00001
Total RMS Error					0,12861



Gambar 2 Peta Pemanfaatan Lahan Kecamatan Panakkukang

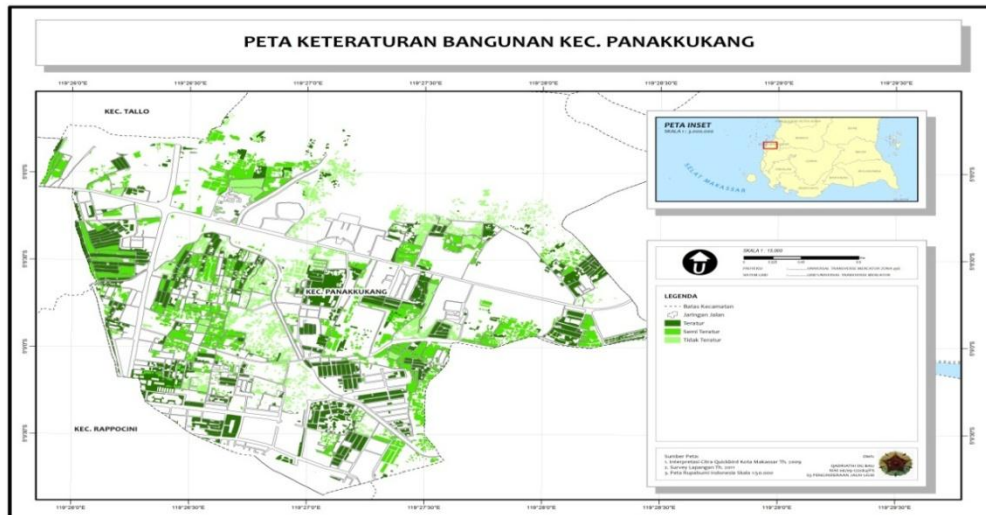
Setelah citra Quickbird terkoreksi dengan tepat langkah, selanjutnya interpretasi visual untuk membangun sistem basis data terdiri dari data grafis berupa peta pemanfaatan lahan, peta kepadatan bangunan, peta keteraturan bangunan dilengkapi data atributnya yaitu luasan setiap pemanfaatan lahan. Selanjutnya dilakukan kerja lapangan untuk menguji keakuratan interpretasi. Berdasarkan hasil uji akurasi dengan teknik *overall accuracy* diperoleh 92,36 % tingkat ketepatan akurasi interpretasi sedangkan berdasarkan koefisien Kappa sebesar 0,88. Contoh peta pemanfaatan lahan, peta kepadatan bangunan dan peta keteraturan bangunan yang sudah diinterpretasi ulang menyesuaikan kondisi lapangan disajikan pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4.

Pada Gambar 2 pemanfaatan lahan dibagi menjadi 13 kategori, yaitu gedung olahraga, kelembagaan, mesjid, nonkelembagaan, pabrik, permukiman, pertokoan, pusat perbelanjaan, kawasan rekreasi, lahan kosong, pasar, dan semak belukar. Gambar 3 menunjukkan tingkatan kepadatan bangunan yang dibagi menjadi lima kategori yaitu sangat jarang, jarang, sedang, padat, dan sangat padat. Pada Gambar 4 keteraturan bangunan dibagi menjadi tidak teratur, semi teratur, dan teratur. Kepadatan bangunan dan keteraturan bangunan dihubungkan dengan permukiman yang selanjutnya menjadi zona bangkitan perjalanan sedangkan zona tarikan terdiri atas individual obyek.

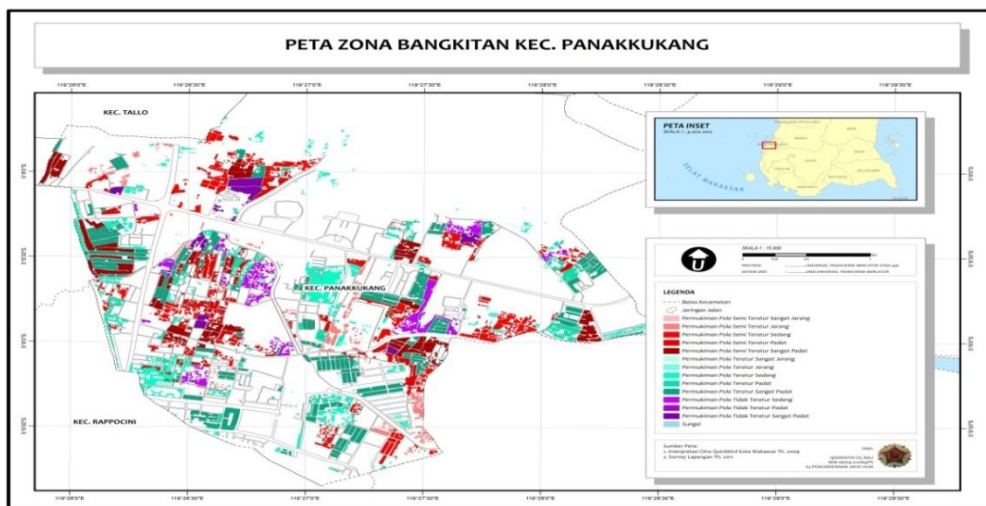


Gambar 3 Peta Kepadatan Bangunan Kecamatan Panakkukang

Peta zona bangkitan pada Gambar 5 menunjukkan kriteria zona bangkitan yang terdiri dari permukiman pola semi teratur sangat jarang, permukiman pola semi teratur jarang, permukiman semi teratur sedang, permukiman semi teratur padat, permukiman semi teratur sangat padat, permukiman teratur sangat jarang, permukiman teratur jarang, permukiman teratur sedang, permukiman teratur padat, permukiman teratur sangat padat, permukiman tidak teratur sedang, permukiman tidak teratur padat, dan permukiman tidak teratur sangat padat. Setiap kategori mempunyai luasan masing-masing sebagai data atribut.



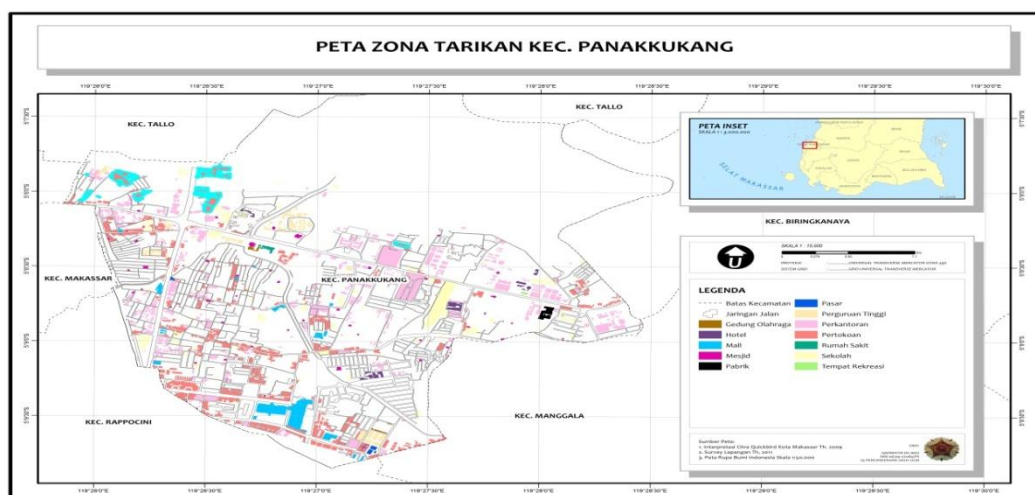
Gambar 4 Peta Keteraturan Bangunan Kecamatan Panakkukang



Gambar 5 Peta Zona Bangkitan Kecamatan Panakkukang

Zona tarikan perjalanan pada Gambar 6 dibagi menjadi 12 kategori, yaitu gedung olahraga, hotel, mall, mesjid, pabrik, pasar, perguruan tinggi, perkantoran, pertokoan, rumah sakit, sekolah, dan tempat rekreasi. Bentuk poligon masing-masing kategori menunjukkan bahwa setiap pemanfaatan lahan mempunyai luasan masing-masing dalam data atribut.

Pengembangan model bangkitan dan tarikan perjalanan selanjutnya menggunakan model analisis regresi sederhana untuk mengkorelasikan variabel bebas dengan variabel terikat dengan bantuan software SPSS ver 20. Variabel yang dijadikan sebagai variabel bebas pada pengolahan citra Quickbird adalah luas bangunan (X) dan jumlah perjalanan (Y) sebagai variabel terikat. Untuk memenuhi syarat regresi dilakukan uji linearitas yang bertujuan untuk mengetahui apakah ada hubungan linier yang signifikan antara variabel bebas dan variabel terikat. Hasil uji linearitas untuk koefisien model bangkitan perjalanan dapat dilihat pada Tabel 2 dan koefisien model tarikan perjalanan pada Tabel 3.



Gambar 6 Peta Zona Tarikan Kecamatan Panakkukang

Tabel 2 Koefisien Model untuk Bangkitan Perjalanan

Model	Linear	Quadratic	Cubic
R	0,933	0,899	0,867
R Square	0,904	0,804	0,813
Adjusted R Square	0,904	0,705	0,789
Std Error of The Estimate	1,465	1,433	0,184

Dari ketiga model berdasarkan Tabel 2, angka koefisien determinasi (R^2) terbesar adalah pada model linier, sehingga model persamaan regresi untuk bangkitan perjalanan adalah:

$$\bar{Y} = 1,194 + 0,062 X \quad (1)$$

Berdasarkan uji F (F-Stat = 210,71 dan F tabel= 3,846 atau F-Stat > F tabel) dan uji t (t Stat = 145,161 dan t tabel= 1,961 atau t Stat > t tabel), secara statistika model linier dapat diterima untuk model bangkitan perjalanan berdasarkan citra Quickbird.

Tabel 3 Koefisien Model untuk Tarikan Perjalanan

Model	Linear	Quadratic	Cubic
R	0,973	0,799	0,862
R Square	0,948	0,638	0,743
Adjusted R Square	0,948	0,637	0,743
Std Error of The Estimate	108,514	288,665	0,602

Model tarikan perjalanan juga menggunakan luas bangunan berdasarkan citra Quickbird sebagai variabel bebas (X) dan jumlah perjalanan (Y) sebagai variabel terikat. Perbandingan ketiga model pada Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai R^2 model linier lebih besar dibandingkan dua model lainnya. Berdasarkan persamaan tersebut selanjutnya dilakukan uji F (F-Stat = 9,587 > F tabel= 3,861 atau F-Stat > F tabel) dan uji t (t Stat =

96,313 > t tabel= 1,648 atau t Stat > t tabel) dan secara signifikan model dapat diterima, sehingga persamaan model tarikan perjalanan adalah:

$$\bar{Y} = 117,21 + 0,077X \quad (2)$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengembangan metode permodelan bangkitan dan tarikan perjalanan berdasarkan citra Quickbird diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam hal batas zona yang selama ini menggunakan batas administrasi. Selain itu luas bangunan yang diperoleh dari interpretasi citra Quickbird dengan bantuan sistem informasi geografis dapat dijadikan input variabel bebas. Dengan demikian metode ini dapat lebih efektif dan lebih efisien untuk meminimalkan biaya, mengurangi personil, dan menyingkat waktu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari disertasi penulis, sehingga penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada berbagai pihak, khususnya tim promotor Prof. Dr. Hartono, DEA., DES, atas bimbingannya, Prof. Dr-Tech. Ir. Danang Parikesit, M.Sc, atas arahan dan bantuan pengadaan citra Quickbird, dan Prof. Dr. Totok Gunawan, MS, atas masukannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Danoedoro, P. 1996. *Pengolahan Citra Digital: Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Digital Globe. 2006. *Quickbird Imagery*. (Online), (<http://www.Digitalglobe.com>, diakses 17 Oktober 2006).
- Ekern, S and David. 2001. *Introduction to The Proceedings, Remote Sensing for Transportation Product and Results: Foundation for Future*, TRB Conference Proceedings 29, Washington, DC.
- Gopalan. 2006. *High Resolution Imagery for Developmental Planning with Special Reference to Developing Economies*. (Online), ([http://Jurnal%20Transportasi/Transport 3.Htm](http://Jurnal%20Transportasi/Transport%203.Htm), diakses 23 Oktober 2007).
- Lillesand, T.M, Kiefer R.W. and Chipman J.W. 2004. *Remote Sensing and Image Interpretation*, New York, NY: John Wiley and Sons.
- Sutanto. 1994. *Penginderaan Jauh Jilid II*. Cetakan Kedua. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Xiong, Demin, Lee, R., J. Bo Saulsbury, Lanzer, E. L and Perez, A. 2004. *Guidance on Using Remote Sensing Application for Environmental Analysis in Transportation Planning*. Research Report W A-RD 593-2. Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory.